

(19) 日本国特許庁 ( J P )

(12) 公 開 特 許 公 報 ( A )

(11) 特許出願公開番号

特開2002-209371

( P2002-209371A )

(43) 公開日 平成14年 7 月26日 (2002. 7. 26)

(51) Int.Cl.

H 0 2 K 41/03

識別記号

F I

H 0 2 K 41/03

ターコット®(参考)

A 5 H 6 4 1

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2001-3891(P2001-3891)

(22) 出願日 平成13年 1 月11日 (2001. 1. 11)

(71) 出願人 000006622

株式会社安川電機

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号

(72) 発明者 梶島 武文

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石 2 番 1 号

株式会社安川電機内

(74) 代理人 100105647

弁理士 小栗 昌平 (外 4 名)

F ターム(参考) 5H641 BB06 BB19 GG02 GG04 GG12

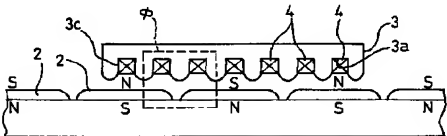
HH03 HH08 HH12

(54) 【発明の名称】 リニアモータ

(57) 【要約】

【課題】 ギャップ部パーミアンスを正弦波にすることができ、高推力でかつコギングの小さいリニアモータを安価に提供する。

【解決手段】 界磁ヨークに配設され相隣る極性が異なる永久磁石からなる移動子と、前記永久磁石に空隙を介して、多相コイルを巻回した電機子鉄心からなるステータで構成されたリニアモータにおいて、電機子鉄心歯部先端形状を突極形状にし、その電機子鉄心の歯幅をWとしたとき、歯部先端の曲率半径rが $0.8w \leq r \leq 1.2w$ の範囲にある歯部形状を有するようにした。



**【特許請求の範囲】**

**【請求項 1】** 界磁ヨークに配設され相隣る極性が異なる複数の永久磁石からなる移動子と、前記永久磁石に空隙を介して、多相コイルを巻回した電機子鉄心からなる電機子とで構成されたリニアモータにおいて、前記電機子鉄心の歯部先端を突極形状とし、その歯幅を  $W$  としたとき、前記突極形状の曲率半径  $r$  を  $0.8w \sim 1.2w$  の範囲にしたことを特徴とするリニアモータ。

**【請求項 2】** 前記移動子は、前記界磁ヨークの両側に前記永久磁石を対向させて設け、その両側に前記電機子を設けたことを特徴とする請求項 1 記載のリニアモータ。

**【請求項 3】** 前記界磁ヨークの一方側の永久磁石を他方側の永久磁石に対して前記移動子の移動方向に前記電機子のスロットピッチの  $1/2$  倍または 1 倍の距離ずらして配置したことを特徴とする請求項 2 記載のリニアモータ。

**【請求項 4】** 前記移動子を移動方向に対して前記電機子のスロットピッチの  $1/2$  倍または 1 倍の距離ずらして配置したことを特徴とする請求項 2 記載のリニアモータ。

**【請求項 5】** 前記永久磁石を移動方向に対してスキューを設けたことを特徴とする請求項 1～4 のいずれか 1 項記載のリニアモータ。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

**【発明の属する技術分野】** 本発明は、工作機械や高速搬送装置に用いるリニアモータに関するものである。

**【0002】**

**【従来の技術】** リニアモータは工作機械や半導体製造装置など各種分野で利用され、高速性ととともに精密な位置決め性能が要求される。速度制御や位置決め制御機能を高くするためには、コギング推力など推力変動を極力低減する必要がある。このためには、界磁磁束の空間分布を正弦波にすることにより誘起電圧を正弦波にして発生推力を一定値にする方策がとられている。このため従来は永久磁石を斜めに配列するスキュー構造にしたり、界磁鉄心のスロットをスキュー構造にして誘起電圧を正弦波に近づける工夫がなされている。図 7 は従来のリニアサーボモータの例を示すもので、(a) は断面図、

(b) は同リニアサーボモータの界磁鉄心の上面図である。これらの図において、71 は界磁鉄心で、その上には界磁用の複数の永久磁石 72 が一定間隔で N 極、S 極と交互になるように配置されている。また、これらの永久磁石 72 は、自らが発生する界磁磁束の空間分布が正弦波になるようにそれぞれが斜めに配列されるスキュー構造になっている。73 は界磁鉄心 71 との間に空隙を有して配置される電機子鉄心で、その下部に設けられた複数のスロット 73a のそれぞれにコイル 74 が巻き回されている。ところで、永久磁石 72 から発生する界磁磁束  $\phi$  は、図 7 (a) に破線で示すように空隙を介して

電機子鉄心 73 に至り、背部を軸方向に進み、再び空隙を介して隣接する永久磁石 72 に至り、さらに、界磁鉄心 71 内を通過して元の永久磁石 72 に戻る。そして、この界磁磁束  $\phi$  によって、コイル 74 と鎖交する磁束経路が形成され、コイル 74 には電機子鉄心 73 の移動により誘起電圧が発生する。また、電機子鉄心 73 には、界磁磁束  $\phi$  を検出する図示しない検出器（ホール素子など）が取り付けられている。75 は電機子鉄心 73 の速度制御や位置制御等を行う制御回路で、前記検出器の検出信号を入力し、この入力信号に基づく制御信号をドライバ 76 に供給する。そして、ドライバ 76 はこの制御信号に従って、前記した誘起電圧と同相の駆動電流を導体 77 及びブラシ 78 を介してコイル 74 に供給する。コイル 74 では供給された駆動電流に応じた磁束を発生する。そして、このコイル 74 による磁束と永久磁石 72 による界磁磁束  $\phi$  との相互作用により電機子鉄心 73 に推力が発生し、この電機子鉄心 73 が図示の矢印 A のいずれかの方向に駆動される。

**【0003】** また、従来の他の例として、図 8 に示すようなものがある（特許公報第 2785406 号）。図 8 は従来の他のリニアサーボモータを示すもので、(a) は断面図、(b) は界磁鉄心の一部分斜視図である。長手方向断面形状が平行的な 2 つの円弧・楕円弧または双曲線の一部で確定されている永久磁石を用い、この永久磁石の内周面を界磁鉄心に設けた突部に整合させ、界磁磁束の空間分布を正弦波に近づける構造としている。これらの図において、図 7 の第 1 従来例の各部に対応する部分について同一の符号を付して説明を省略する。図 8 (a) において、80 は界磁鉄心であり、図 8 (b) に示す複数の電気鉄板 80a、80a、・・・から構成されている。この電気鉄板 80a の長手方向の一辺には、打ち抜き加工等による円弧状の突部 81 が一定間隔で設けられており、この電気鉄板を同一向きで積層することによって、上記界磁鉄心 80 が形成されている。また、上述のように積層することで、界磁鉄心 80 の上部には円弧状の突部 81、81、・・・が一定間隔で形成されることになる。一方、永久磁石 83 は図 8 (b) に示すようにその長手方向断面形状が 2 つの平行な円弧で画定されており、その内周面 83a は界磁鉄心 80 の突部 81 と整合している。永久磁石 83 は、それ自身の上部に現れる磁極が N 極、S 極と交互に現れるよう配置されている。このように、界磁鉄心 80 に断面形状が 2 つの平行な円弧で画定されている永久磁石 83 を設けることにより、界磁鉄心 80 と電機子鉄心 73 の空隙のパーマネンス（磁気抵抗の逆数）が一定ではなくなり、所定の空間分布を持つようになる。すなわち、空隙のパーマネンスは、磁極中心で最も高く、磁極切り換わり点で最も低くなり、界磁磁束  $\phi$  の分布は矩形波から正弦波に近づく。したがって、電機子鉄心 3 は、ドライバ 6 から供給される駆動電流によって滑らかに駆動される。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上記第1および第2の従来技術では、次のような問題があった。

①スキュー構造だけでは、誘起電圧を正弦波にすることが難しく、十分な効果が得られない。

②永久磁石形状が複雑であるため、制作コストが高い。また組立工数が増え組立コストが高くなる。

③長ストロークになるほど、コストが高くなる。

④永久磁石形状が複雑であるため、磁石製作の面から、小型化に限界がある。

本発明はこのような課題を解決するためのもので、誘起電圧を正弦波にすることができ、制作コストおよび組立コストの低い、永久磁石形状が簡単で小型化可能なリニアモータを提供することにある。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】上記の問題を解決するため、請求項1記載のリニアモータの発明は、界磁ヨークに配設され相隣る極性が異なる複数の永久磁石からなる移動子と、前記永久磁石に空隙を介して、多相コイルを巻回した電機子鉄心からなる電機子とで構成されたりニアモータにおいて、前記電機子鉄心の歯部先端を突極形状とし、その歯幅を $W$ としたとき、前記突極形状の曲率半径 $r$ を $0.8w \sim 1.2w$ の範囲にしたことを特徴とする。請求項2記載の発明は、請求項1記載のリニアモータにおいて、前記移動子が、前記界磁ヨークの両側に前記永久磁石を対向させて設け、その両側に前記電機子を設けたことを特徴とする。請求項3記載の発明は、請求項2記載のリニアモータにおいて、前記界磁ヨークの一方側の永久磁石を他方側の永久磁石に対して前記移動子の移動方向に前記電機子のスロットピッチの $1/2$ 倍または1倍の距離ずらして配置したことを特徴とする。請求項4記載の発明は、請求項2記載のリニアモータにおいて、前記移動子を移動方向に対して前記電機子のスロットピッチの $1/2$ 倍または1倍の距離ずらして配置したことを特徴とする。請求項5記載の発明は、請求項1～4のいずれか1項記載のリニアモータにおいて、前記永久磁石を移動方向に対してスキューを設けたことを特徴とする。

【0006】以上のように、磁界ヨークに配設され相隣る極性が異なる永久磁石からなる移動子と、前記永久磁石に空隙を介して対向し、多相コイルを巻回した電機子鉄心からなるステータで構成し、電機子鉄心歯部先端形状を突極形状にすることを基本構造とし、変形例として、ステータを2個のダブルステータ構造とし、ステータ間に永久磁石からなる移動子を配置したり、この永久磁石をスキューして配置したり、または移動子を永久磁石2個で構成しずらして配置したり、さらに2個のステータの対向位置を移動方向にずらして配置し、あるいは各変形例の組み合わせ構造とすることによって、ギャップ部パーミアンスを正弦波にすることができ、高推力で

かつコギングの小さいリニアモータを安価に得ることが可能となる。

## 【0007】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図1～図6に基づいて説明する。

(実施例1) 図1は本発明の実施例を示すリニアモータの側断面図、図2は図1の部分拡大図である。図において、1は界磁ヨーク、2は永久磁石、3は電機子、3aはコイル、3bは歯部、4はスロットである。以下、同じ符号は同じ部品名を示す。本発明によればこの電機子3が従来例で示した例えば図7の電機子鉄心73に置き換えられるものである。したがって、その他の部分の構成は特別説明がないかぎり従来のもと同じ構造のもと考えて良い。すなわち、電機子3の鉄心3cには、図示しないが界磁磁束 $\phi$ を検出する検出器（ホール素子など）が取り付けられ、別途、速度制御や位置制御等を行う制御回路があって、検出器の検出信号を入力し、この入力信号に基づく制御信号をドライバに供給し、ドライバはこの制御信号に従って、前記した誘起電圧と同相の駆動電流を導体及びブラシを介してコイル3aに供給し、コイル3aでは供給された駆動電流に応じた磁束を発生することは従来と同じである。そして、このコイル4による磁束と永久磁石2による界磁磁束 $\phi$ との相互作用により移動子に推力が発生し、この移動子が図面で左右のいずれかの方向に駆動される。本発明によれば鉄心3cの歯部先端部3bは突極形状を示している。そしてこの場合、電機子鉄心の歯幅を $W$ としたとき、歯部先端形状の曲率半径 $r$ が、 $0.8w \leq r \leq 1.2w$

の範囲にある歯部形状にすると、より効果大きいことが確認された。このように歯部先端部を突極形状にすることで、ギャップ部のパーミアンス分布は正弦波に近づくことが判明した。このため磁石の形状に左右されず、コイルに誘起される電圧は常に正弦波となる。したがってコギングが低減し、推力変動がなくなり、一定の推力値を得ることができる。

【0008】界磁ヨーク1に相隣る極性が異なる永久磁石2を設けた移動子と電機子3から構成される。電機子3はスロット4を有し、スロット4には多相コイル3aが配設されている。また歯部3bは歯部幅 $w$ と先端部の曲率半径 $r$ と等しくしている（ $w=r$ ）。このように、歯部先端部を突極形状にした電機子を使用することで、ギャップ部のパーミアンス分布は正弦波になり、磁石の形状に左右されず、コイルに誘起される電圧は常に正弦波となるので、コギングが低減し、推力変動がなくなり、一定の推力値を得ることができるリニアモータが得られる。

【0009】（実施例2）図3は本発明の実施例2を示すリニアモータの側断面図である。本実施例はギャップ方向の磁気吸引力をキャンセルするために、ダブルステ

10

20

30

40

50

ータ構造としたものである。図に示すように、界磁ヨーク 1 の上下それぞれに永久磁石 2、2 が対向配置され、それぞれの永久磁石 2、2 に対して電機子 3、3 がギャップを開けて設けられている。このようにすることによって、ギャップ方向の磁気吸引力がそれぞれキャンセルされるので、磁気吸引力による摩擦力が低減されるとともに、磁気効率が向上することとなる。ここでも、歯部先端部を突極形状にした電機子を使用することで、ギャップ部のパーミانس分布は正弦波になり、磁石の形状に左右されず、コイルに誘起される電圧は常に正弦波となるので、コギングが低減し、推力変動がなくなり、一定の推力値を得ることができるリニアモータが得られる。

【0010】（実施例 3）図 4 は本発明の実施例 3 を示す永久磁石の平面図である。本実施例は磁石を斜めに配列（スキュー配置）したものである。このようなスキュー配置の移動子を、歯部先端部を突極形状にした電機子を使用する図 1 および図 3 に用いることで、発生推力をさらに一定値にすることができるので、コギングをさらに低減することができる。

【0011】（実施例 4）図 5 は本発明の実施例 4 を示すリニアモータの側断面図である。本実施例は 1 対の磁石から移動子を構成し、磁石間の位置を 1 スロットずらして配置したものである。図に示すように、界磁ヨーク 1 の上下それぞれに永久磁石 2、2 が配置されているが、その配置がそれぞれ磁石間の位置を 1 スロットずらして配置しているのが特徴である。このようにすることによって、図 4 と同じスキュー効果が得られ、また、ここでも、歯部先端部を突極形状にした電機子を使用することで、ギャップ部のパーミانس分布は正弦波になり、磁石の形状に左右されず、コイルに誘起される電圧は常に正弦波となるので、コギングが低減し、推力変動がなくなり、一定の推力値を得ることができるリニアモータが得られる。

【0012】（実施例 5）図 6 は本発明の実施例 5 を示すリニアモータの側断面図である。本実施例は対向するステータを 1/2 スロットずらして配置したものである。図に示すように、界磁ヨーク 1 の上下それぞれに永\*

\* 久磁石 2、2 が対向配置され、それぞれの永久磁石 2、2 に対して電機子 3、3' がギャップを開けて設けられているが、上部の電機子 3 と下部の電機子 3' とで、互いに 1/2 スロットずらして配置したのが特徴である。。このようにすることによって、図 4 および図 5 と同様の効果が得られる。

#### 【0013】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によれば、電機子の鉄心の歯部先端を突極形状にすることにより、ギャップ部パーミانسを正弦波にすることができ、高推力でかつコギングの小さいリニアモータを安価に提供できる。また本発明は超小型から大型リニアモータに適用することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施例 1 を示すリニアモータの側断面図である。

【図 2】図 1 の部分拡大図である。

【図 3】本発明の実施例 2 を示すリニアモータの側断面図である。

20 【図 4】本発明の実施例 3 を示す永久磁石の平面図である。

【図 5】本発明の実施例 4 を示すリニアモータの側断面図である。

【図 6】本発明の実施例 5 を示すリニアモータの側断面図である。

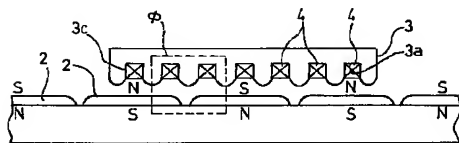
【図 7】従来のリニアモータを示す図で、(a) は側断面図、(b) は上面図である。

【図 8】従来の他のリニアモータを示す図で、(a) は側断面図、(b) は部分斜視図である。

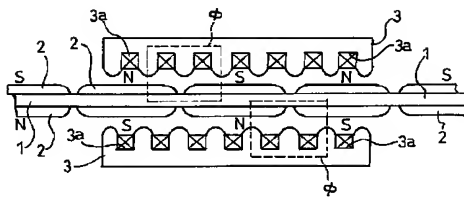
#### 30 【符号の説明】

- 1：界磁ヨーク
- 2：永久磁石
- 3：電機子
- 3a：コイル
- 3b：歯部
- 3c：鉄心
- 4：スロット

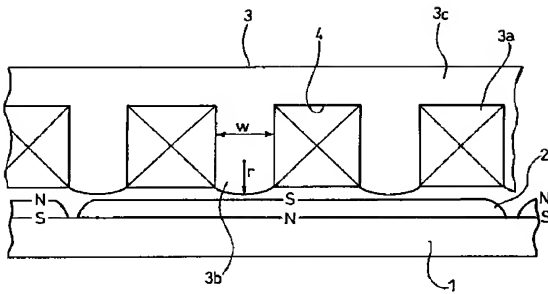
【図 1】



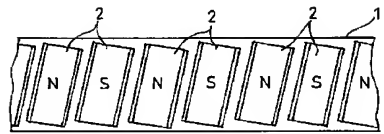
【図 3】



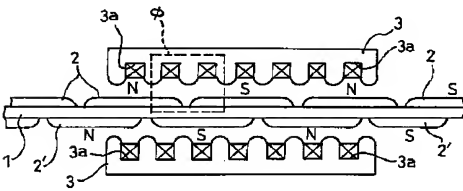
【図2】



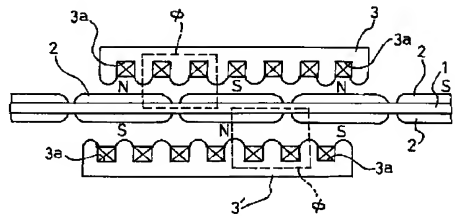
【図4】



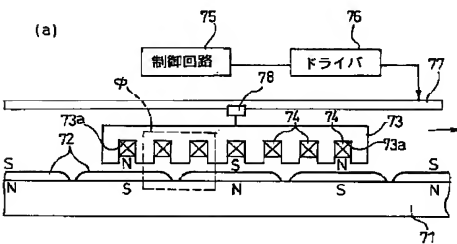
【図5】



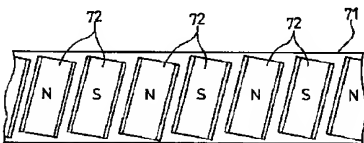
【図6】



【図7】



(b)



【図8】

